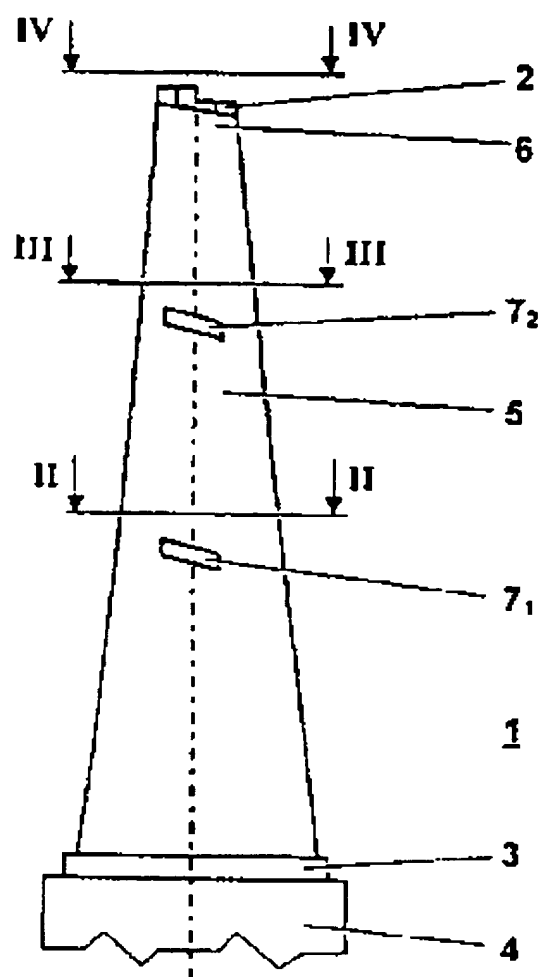


AN: PAT 2002-609948  
TI: Joint for flow machine blades e.g. for steam turbines, has blades bound on supporting vanes with tension, and adjacent blades support each other  
PN: **DE10108005-A1**  
PD: 22.08.2002  
AB: NOVELTY - The blades (5) are joined to a rotor or stator at blade feet (4) and have a blade plate (5) with at least two supporting vanes (71,72). After fitting all blades of a row of blades to the rotor or stator the blades bound on the supporting vanes with a tension, whereby a torsion moment acts on the vanes and the moment is opposed so that bounding vanes of adjacent blades support each other.; USE - E.g. for steam turbines. For joining flow machine blades to rotor or stator. ADVANTAGE - Prevents the frictional load cause by relative motion at the contact points. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows a schematic representation of an inventive turbine blade with supporting vanes and a cover plate blade foot 4 blade plate 5 supporting vanes 71 ,72  
PA: (ALSM ) ALSTOM SWITZERLAND LTD;  
IN: BOESEL P; GOETZFRIED E; WENDLER H;  
FA: **DE10108005-A1** 22.08.2002;  
CO: DE;  
IC: F01D-005/22;  
MC: X11-A01A1; X11-A01A2;  
DC: Q51; X11;  
FN: 2002609948.gif  
PR: DE1008005 20.02.2001;  
FP: 22.08.2002  
UP: 14.10.2002



2002 15599

AN



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 101 08 005 A 1**

51 Int. Cl. 7:  
F 01 D 5/22

21 Aktenzeichen: 101 08 005.0  
22 Anmeldetag: 20. 2. 2001  
43 Offenlegungstag: 22. 8. 2002

DE 101 08 005 A 1

71 Anmelder:  
ALSTOM (Switzerland) Ltd., Baden, CH  
  
74 Vertreter:  
Rösler, U., Dipl.-Phys.Univ., Pat.-Anw., 81241  
München

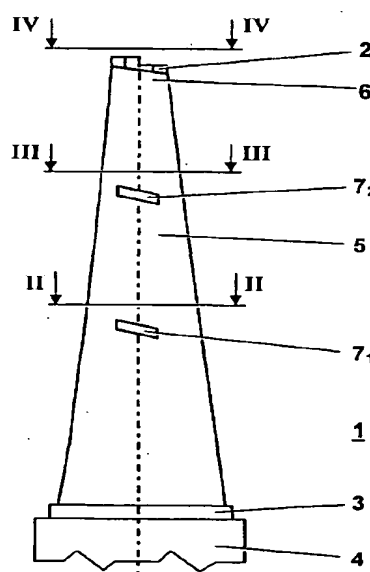
72 Erfinder:  
Bösel, Peter, 92318 Neumarkt, DE; Wendler, Helmut,  
91239 Henfenfeld, DE; Götzfried, Eduard, Dr., 90584  
Allersberg, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:  
WO 99 13 200 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

54 Bindung der Beschaufelung einer Strömungsmaschine

57 Nach dem Einbau aller Schaufeln (1, 1<sub>1</sub>, 1<sub>2</sub>, 1<sub>n</sub>) einer Schaufelreihe grenzen die Schaufeln (1, 1<sub>1</sub>, 1<sub>2</sub>, 1<sub>n</sub>) am Rotor oder Stator an den mindestens zwei Stützflügeln (7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub>) ganz oder teilweise mit einer Vorspannung aneinander, wobei auf die mindestens zwei Stützflügel (7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub>) ein Torsionsmoment (8, 9, 10) wirkt, und wobei die auf die mindestens zwei Stützflügel (7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub>) wirkenden Torsionsmomente (8, 9, 10) entgegengesetzt sind, so dass sich die aneinandergrenzenden Stützflügel (7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub>) benachbarter Schaufeln (1, 1<sub>1</sub>, 1<sub>2</sub>, 1<sub>n</sub>) gegenseitig gegeneinander abstützen. Dies ist beispielsweise mit einer Abschrägung möglich.



DE 101 08 005 A 1

## TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Bindung von Schaufeln einer Strömungsmaschine mittels Stützflügeln, wobei die Schaufeln mittels Schaufelfüssen an einem Rotor oder einem Stator befestigt sind.

## STAND DER TECHNIK

[0002] Derartige Schaufelausführungen befinden sich in der Regel an Rotoren von Verdichtern oder thermischen Turbomaschinen. Sie sind aus dem Stand der Technik zahlreich bekannt.

[0003] Zur Schwingungsdämpfung sind häufig Deckplatten an der Spitze des Schaufelblattes oder Stützflügeln innerhalb des Schaufelblattes angebracht. Dies ist zum Beispiel in der deutschen Patentschrift DE-11 59 965 beschrieben.

[0004] Auch die Österreichische Patentschrift AT-254,227 offenbart eine Deckplatte eines Turbinen- oder Verdichterschaukelkranzes, bei dem die Deckplatten durch eine Krafteinwirkung gegeneinander gepresst werden. Die Anordnung führt zu einer elastischen Vorspannung des Schaufelblattes. Diese Torsionsvorspannung des Schaufelblattes findet zwischen der Deckplatte und dem Schaufelfuss statt. Dies führt aber zu einer zusätzlichen Belastung des Schaufelfusses und des Rotors. Da die entstehenden Kräfte nicht nur vom Schaufelblatt, sondern auch vom Schaufelfuss und vom Rotor aufgenommen werden müssen, sind diese entsprechend massiver ausgeführt. Zusätzlich ist durch die Elastizität des Schaufelblattes dessen Aufnahmefähigkeit für Torsionsmomente begrenzt.

[0005] Bei Stützflügelbindungen wird das im Stillstand vorhandene Spiel an den Kontaktflächen durch Verdrehen des Schaufelblattes während des Betriebes überbrückt und auf diese Weise der Kontakt hergestellt. Die damit verbundene Relativbewegung führt zu Reibung an diesen Stellen, was mit Verschleisserscheinungen verbunden ist. Eine bekannte Technik dies zu vermeiden, ist das Anbringen von verschleissfesten Teilen an den Kontaktstellen.

[0006] Weiterhin ist beispielsweise aus der internationalen Veröffentlichung WO 99/13200 eine Lösung mit kombinierten Verspannungen aus Stützflügeln und Deckplatten bekannt. Wesentliches Merkmal dieser Lösungen sind die gleichgerichteten Kontaktflächen in beiden Bindungsebenen. Im Stillstand besteht an den Bindungsebenen jedoch kein Kontakt. Die zur gewünschten Schaufelbindung nötige Anpresskraft entsteht durch die Entwindung des Schaufelblattes beim Betrieb. Daher ist diese Lösung nur für sehr lange Schaufeln einsetzbar, da nur hier die nötigen Entwindungskräfte entstehen.

[0007] Probleme mit den genannten Entwindungskräften tauchen besonders bei den langen Endschaufeln von Turbinen auf, da dort aufgrund der Länge (bei z. B. 1360 mm) vermehrt Schwingungen auftreten.

## DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0008] Ziel der Erfindung ist es, die genannten Nachteile zu vermeiden. Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Bindung für Schaufeln einer Strömungsmaschine an einem Rotor oder Stator zu schaffen, mit welcher die Reibungsbelastung durch die Relativbewegung an den Kontaktstellen vermieden werden kann und die Vorspannkräfte unabhängig von der Entwindung definierbar sind. Diese Art der Schaufelbindung soll sich besonders zur Dämpfung von

Schwingungen für lange Schaufeln, wie sie beispielsweise als Endstufen von Dampfturbinen vorhanden sind, oder für schmale bzw. weiche Schaufeln eignen.

[0009] Erfindungsgemäss wird die Aufgabe durch eine Bindung von Schaufeln gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1 dadurch gelöst, dass nach dem Einbau aller Schaufeln am Rotor oder Stator die Schaufeln an den mindestens zwei Stützflügeln ganz oder teilweise mit einer Vorspannung aneinandergrenzen, wobei auf die mindestens zwei Stützflügel ein Torsionsmoment wirkt, und wobei die auf die mindestens zwei Stützflügel wirkenden Torsionsmomente entgegengesetzt sind, so dass sich die aneinandergrenzenden Stützflügel benachbarter Schaufeln gegenseitig abstützen.

[0010] Relativbewegungen zwischen den Kontaktstellen der Stützflügel werden auf diese Weise vermieden und die Vorspannkräfte sind unabhängig von der Entwindung des Schaufelblattes definierbar. Eine solche Schaufelbindung eignet sich besonders für lange Schaufeln, da dort aufgrund der Länge vermehrt Schwingungen im Schaufelblatt auftreten. Generell kann es sich aber auch um schmale oder sehr weiche Schaufeln handeln oder um Schaufeln, welche die wirkenden Torsionsmomente nicht oder nur schlecht aufnehmen können.

[0011] Die Stützflügel weisen vorteilhaft Abschrägungen auf, welche an Abschrägungen einer benachbarten Schaufel grenzen, so dass Torsionsmomente an diesen Stellen gegenseitig aufgenommen werden können. In einer besonderen Ausführungsform kann ein oberer Stützflügel einer oberen Deckplatte, welche an der Schaufelspitze des Schaufelblattes angeordnet ist, entsprechen.

[0012] Prinzipiell ist es denkbar, dass bei einer grösseren Anzahl von Stützflügeln auf benachbarte Stützflügel unterschiedlich oder gleich gerichtete Torsionsmomente wirken.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0013] Die Erfindung wird anhand der beigefügten Zeichnungen illustriert, wobei

[0014] Fig. 1a eine erfindungsgemässe Turbinenschaufel mit zwei Stützflügeln innerhalb des Schaufelblattes und einer Deckplatte zeigt,

[0015] Fig. 1b die Momentenwirkung über die Höhe des Schaufelblattes der erfindungsgemässe Turbinenschaufel gemäss der Fig. 1a darstellt,

[0016] Fig. 2 einen Schnitt durch eine Reihe von Schaufeln gemäss der Linie II-II der Fig. 1a darstellt, wobei eine erste Reihe von Stützflügeln mit darauf wirkenden Torsionsmomenten sichtbar ist,

[0017] Fig. 3 einen Schnitt durch eine Reihe von Schaufeln gemäss der Linie III-III der Fig. 1a darstellt, wobei eine zweite Reihe von Stützflügeln mit darauf wirkenden Torsionsmomenten sichtbar ist, wobei die wirkenden Torsionsmomente im Vergleich mit der ersten Reihe von Stützflügeln entgegengerichtet sind, und

[0018] Fig. 4 eine Draufsicht auf eine Reihe von Schaufeln gemäss der Linie IV-IV der Fig. 1a darstellt, wobei eine Reihe von Deckplatten mit darauf wirkenden Torsionsmomenten sichtbar ist, wobei die wirkenden Torsionsmomente im Vergleich mit der ersten Reihe von Stützflügeln gleichgerichtet und im Vergleich mit der zweiten Reihe von Stützflügeln entgegengerichtet sind.

[0019] Es werden nur die für die Erfindung wesentlichen Elemente dargestellt. Gleiche Elemente werden in unterschiedlichen Figuren mit gleichen Bezugszeichen versehen.

## WEG ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0020] Die Fig. 1a zeigt eine Schaufel 1 einer Strömungsmaschine, also beispielsweise einer Dampfturbine oder eines Verdichters. Die Schaufel 1, bei welcher es sich um eine Lauf- oder Leitschaufel handeln kann, besteht aus einem nicht näher dargestellten Schaufelfuss 4, aus einer sich an den Schaufelfuss 4 anschliessenden Fussplatte 3 und einem Schaufelblatt 5 mit einer Schaufelspitze 6, an welcher sich eine Deckplatte 2 befindet. Der Schaufelfuss 4 dient zur Befestigung der Schaufel 1 an einem in der Fig. 1 nicht dargestellten Rotor oder an einem Stator. Als Schaufelfuss 4 sind prinzipiell alle aus dem Stand der Technik bekannten Typen einsetzbar. Die Schaufel 1 ist mit zwei Stützflügeln 7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub> ausgestattet, welche am Schaufelblatt 5 befestigt sind. Die Stützflügel 7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub> weisen beidseitig eine Abschrägung auf, welche sich an den Seiten der Stützflügel 7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub> befinden. Die Abschrägungen sind im Hinblick auf die Draufsicht auf die beiden Stützflügel 7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub> zu verstehen, wie dies auch in den Fig. 2 bis 4 deutlich wird.

[0021] Die Fig. 1b zeigt die Momentenwirkung über die Höhe des Schaufelblattes 5. Die Torsionsmomente 8, 9, 10 wirken auf die Stützflügel 7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub> und die Deckplatte 2. Erfindungsgemäss ist die Drehrichtung des Torsionsmoments 9 an dem Stützflügel 7<sub>1</sub> den beiden benachbarten Torsionsmomenten 8, 10 an dem Stützflügel 7<sub>2</sub> bzw. der Deckplatte 2 entgegengesetzt. Die Definition der Momente erfolgt dabei durch die geeignete Wahl des Winkels der Kontaktflächen und des Teilungsmasses des Stützflügels.

[0022] Die Fig. 2 bis 4 zeigen die Schnitte durch die Schaufel 1 gemäss den Linien II-II bzw. III-III bzw. die Draufsicht auf die Schaufel 1 gemäss der Linie IV-IV in der Fig. 1. Entsprechend wirken nach dem Einbau der Schaufeln 1<sub>1</sub>, 1<sub>2</sub>, 1<sub>n</sub> einer Schaufelreihe am Rotor oder auch an einem Stator an den Stützflügeln 7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub> die Torsionsmomente 8, 9, 10. An den Kontaktstellen zwischen den Stützflügeln 7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub> bzw. der Deckplatte 2 werden die Torsionsmomente 8, 9, 10, aufgenommen. Auf diese erfindungsgemässe Weise der Schaufelbindung bekommen die Schaufeln 1<sub>1</sub>, 1<sub>2</sub>, 1<sub>n</sub> in den Schaufelblättern 5 zwischen den Stützflügeln 7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub> bzw. zwischen dem Stützflügel 7<sub>1</sub> und der Deckplatte 2 eine Vorspannung.

[0023] Die auf die erste Reihe Stützflügel 7<sub>2</sub> der Fig. 2 wirkenden Torsionsmomente 8 sind den in der Fig. 3 gezeigten Torsionsmomenten 9, die auf die zweite Reihe Stützflügel 7<sub>1</sub> wirken, entgegengesetzt, so dass auch die Abschrägungen der Stützflügel 7<sub>1</sub> entsprechend anders angeordnet sind. Die Kontaktstelle bezieht sich insgesamt auf die angrenzenden Stützflügel 7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub>.

[0024] Da benachbarte Laufschaufeln 1<sub>1</sub>, 1<sub>2</sub>, 1<sub>n</sub> an den Abschrägungen der Stützflügel 7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub> bzw. der Deckplatte 2 aneinander grenzen, und die Torsionsmomente 8, 9, 10 in diese Richtung wirken, stützen sich die Laufschaufeln 1<sub>1</sub>, 1<sub>2</sub>, 1<sub>n</sub> gegenseitig. Relativbewegungen zwischen den Kontaktstellen der Stützflügel 7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub> werden auf diese Weise während des Betriebs der Strömungsmaschine vermieden und die Vorspannkräfte sind unabhängig von der Entwindung des Schaufelblattes 5 definierbar.

[0025] Die erfindungsgemässe Schaufelbindung beschränkt sich nicht nur – wie beschrieben – auf zwei Stützflügel 7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub>, sondern bezieht sich auch auf die Verteilung von einer grösseren Anzahl von Stützflügeln 7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub> entlang des Schaufelblattes 5. So ist es denkbar, dass eine Reihe von Stützflügeln 7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub> über die Länge des Schaufelblattes 5 verteilt ist und die auf benachbarte Stützflügel 7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub> wirkenden Torsionsmomente 8, 9, 10 jeweils andersherum gerichtet sind. Weiter ist auch denkbar, die Richtungen der Torsionsmomente 8, 9, 10 in für das jeweilige Schaufelblatt 5 geeig-

neten Weise über die Höhe des Schaufelblattes 5 zu verteilen, wobei nicht notwendigerweise auf benachbarte Stützflügel 7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub> entgegengesetzte Torsionsmomente wirken müssen.

[0026] Mit Vorteil kann an den Endschaufeln von Turbinen die erfindungsgemässe Schaufelbindung verwendet werden, da diese Art der Schaufeln durch ihre Länge zu sehr grossen Schwingungen neigen. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass die Vorspannung zwischen zwei Ebenen und damit die Flächenpressung, welche auf die Abschrägungen der Stützflügel 7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub> bzw. die Deckplatte 2 wirken, frei gewählt werden kann. Die Schaufelbindung ist somit über den ganzen Drehzahlbereich vorhanden. Ein drehzahlabhängige Entwindung und eine unterschiedliche Abnutzung der Kontaktflächen finden somit nicht statt und die Torsionsmomente 8, 9, 10 sorgen für einen ständigen Kontakt.

[0027] Ein anderer Anwendungsbereich der vorliegenden Erfindung liegt darin, dass Schaufeln, die aufgrund des eingesetzten Materials nicht oder nur unzulänglich in der Lage sind, Torsionsmomente aufzunehmen, mit dieser Art der Schaufelbindung verbessert eingesetzt werden können. Dies gilt insbesondere für schmale und für weiche Schaufeln.

## BEZUGSZEICHENLISTE

- 1, 1<sub>1</sub>, 1<sub>2</sub>, 1<sub>n</sub> Schaufel
- 2 Deckplatte
- 3 Fussplatte
- 4 Schaufelfuss
- 5 Schaufelblatt
- 6 Turbinenschaufelspitze
- 7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub> Stützflügel
- 8 Torsionsmoment an Stützflügel 9<sub>2</sub>
- 9 Torsionsmoment an Stützflügel 9<sub>1</sub>
- 10 Torsionsmoment an Deckplatte 2

## Patentansprüche

1. Bindung von Schaufeln (1, 1<sub>1</sub>, 1<sub>2</sub>, 1<sub>n</sub>) einer Schaufelreihe einer Strömungsmaschine mittels Stützflügeln (7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub>), wobei die Schaufeln (1, 1<sub>1</sub>, 1<sub>2</sub>, 1<sub>n</sub>) mittels Schaufelfüssen (4) an einem Rotor oder einem Stator befestigt sind, wobei die Schaufeln (1, 1<sub>1</sub>, 1<sub>2</sub>, 1<sub>n</sub>) ein Schaufelblatt (5) mit mindestens zwei über dem Schaufelblatt (5) verteilten Stützflügel (7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub>) aufweisen, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach dem Einbau aller Schaufeln (1, 1<sub>1</sub>, 1<sub>2</sub>, 1<sub>n</sub>) der Schaufelreihe am Rotor oder Stator die Schaufeln (1, 1<sub>1</sub>, 1<sub>2</sub>, 1<sub>n</sub>) an den mindestens zwei Stützflügeln (7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub>) ganz oder teilweise mit einer Vorspannung aneinandergrenzen, wobei auf die mindestens zwei Stützflügel (7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub>) ein Torsionsmoment (8, 9, 10) wirkt, und wobei die auf die mindestens zwei Stützflügel (7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub>) wirkenden Torsionsmomente (8, 9, 10) entgegengesetzt sind, so dass sich die aneinandergrenzenden Stützflügel (7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub>) benachbarter Schaufeln (1, 1<sub>1</sub>, 1<sub>2</sub>, 1<sub>n</sub>) gegenseitig abstützen.

2. Bindung von Schaufeln (1, 1<sub>1</sub>, 1<sub>2</sub>, 1<sub>n</sub>) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens zwei Stützflügel (7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub>) Abschrägungen aufweisen, welche an der Stelle angeordnet sind, an welcher die angreifenden Torsionsmomente (8, 9, 10) wirken, und an welchen sich die Schaufeln (1, 1<sub>1</sub>, 1<sub>2</sub>, 1<sub>n</sub>) gegenseitig abstützen.

3. Bindung von Schaufeln (1, 1<sub>1</sub>, 1<sub>2</sub>, 1<sub>n</sub>) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Stützflügel (7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub>) am Schaufelblatt (5) zwischen der Fussplatte (3) und der Schaufelspitze (6) angeordnet ist und mindestens ein anderer Stützflügel (7<sub>1</sub>,

7<sub>2</sub>) mit einer Deckplatte (2) an der Schaufelspitze (6) des Schaufelblattes (5) identisch ist.

4. Bindung von Schaufeln (1, 1<sub>1</sub>, 1<sub>2</sub>, 1<sub>n</sub>) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass auf benachbarte Stützflügel (7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub>) unterschiedlich gerichtete Torsionsmomente (8, 9, 10) wirken. 5

5. Bindung von Schaufeln (1, 1<sub>1</sub>, 1<sub>2</sub>, 1<sub>n</sub>) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der Stützflügel (7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub>) grösser als zwei ist und auf benachbarte Stützflügel (7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub>) gleich gerichtete Torsionsmomente (8, 9, 10) wirken. 10

6. Bindung von Schaufeln (1, 1<sub>1</sub>, 1<sub>2</sub>, 1<sub>n</sub>) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei den Schaufeln (1, 1<sub>1</sub>, 1<sub>2</sub>, 1<sub>n</sub>) um Leit- oder Laufschaufeln einer Turbomaschine oder eines Verdichters handelt. 15

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

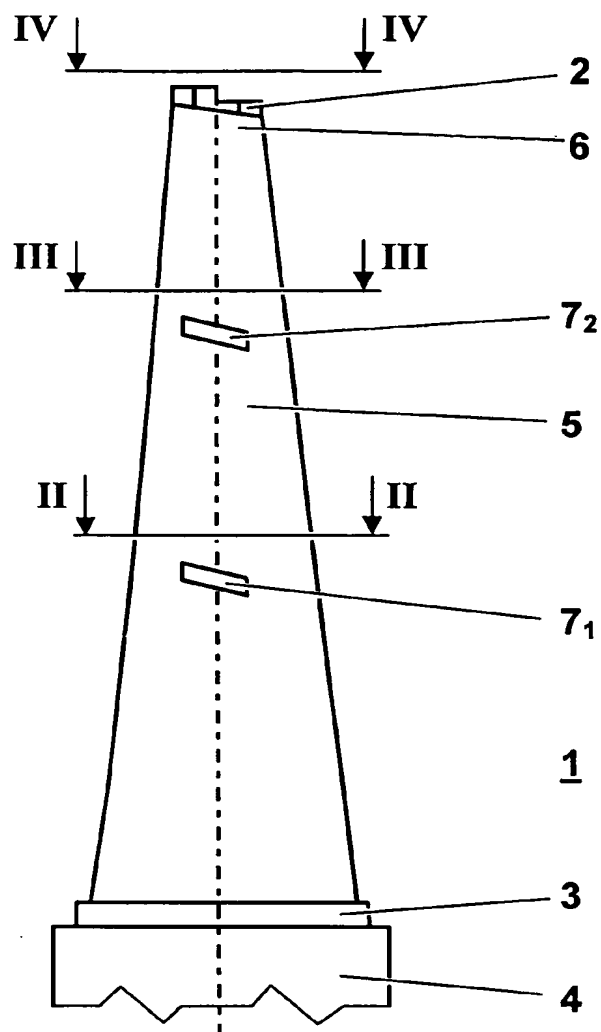


Fig. 1a

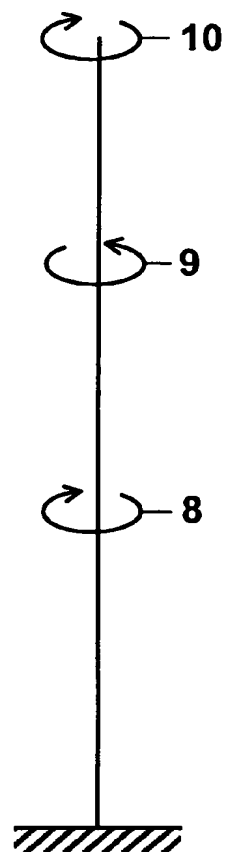


Fig. 1b

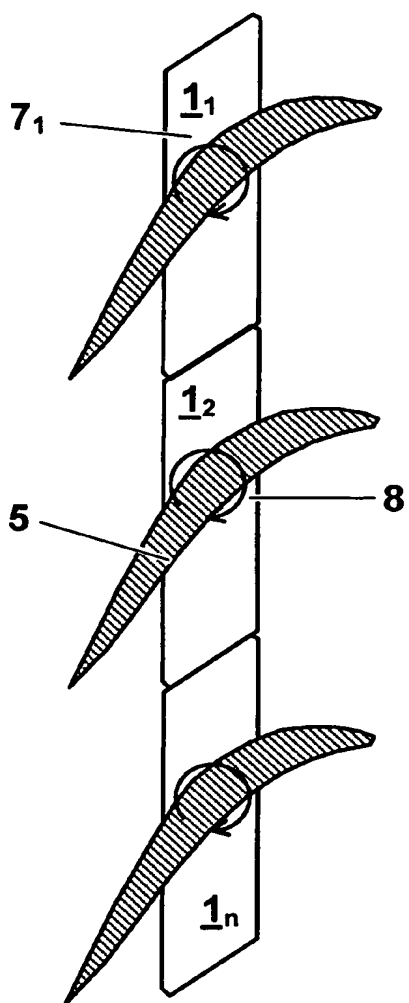


Fig. 2

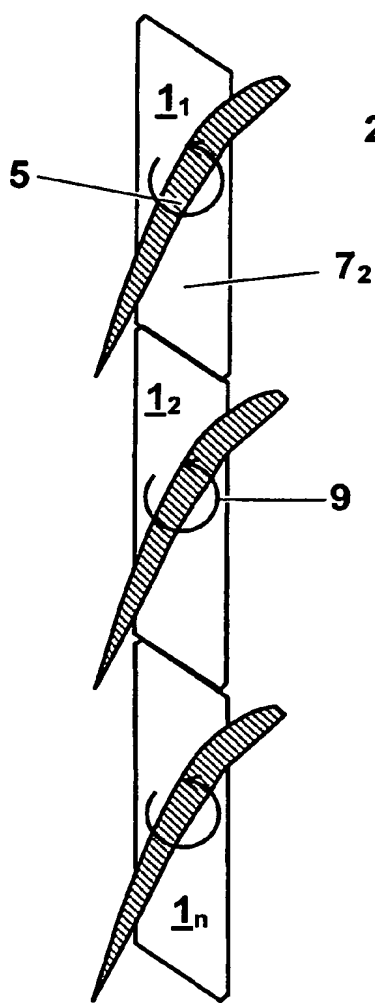


Fig. 3

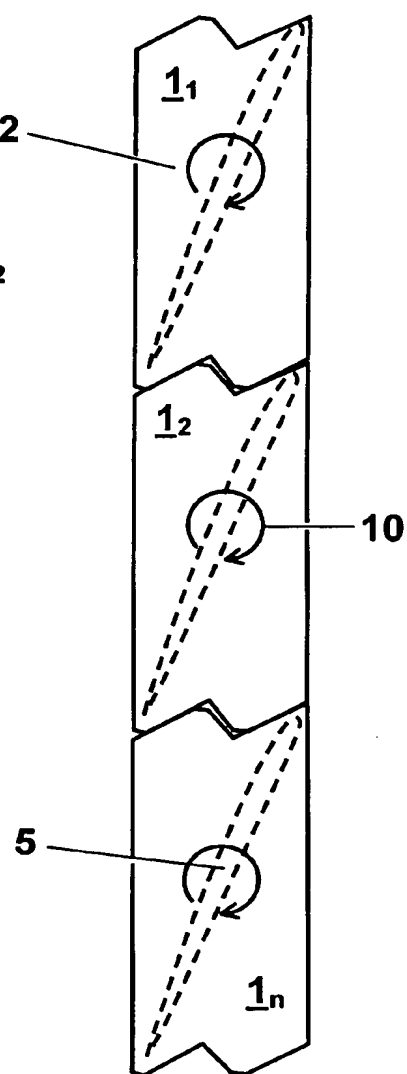


Fig. 4